ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS

ANNÉE 1888-1889. N° 3.

THÈSE

POUR L'OBTENTION DU

DIPLOME DE PHARMACIEN DE PREMIÈRE CLASSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE LE FÉVRIER 1889

PAR

Ernest-Ferdinand BELZUNG
Agrégé de l'Université, Docteur ès Sciences naturelles,
Professeur au lycée Charlemagne.
Né à Husseren (Haut-Rhin), le 5 février 1859.

RECHERCHES SUR L'ERGOT DU SEIGLE

JURY { MM. Planchon, Président
Guignard, Professeur
Beauregard, Agrégé.



PARIS
ANCIENNE LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie
FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR
108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

1889

ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE DE PARIS

ANNÉE 1888-1889. N° 3.

THÈSE

POUR L'OBTENTION DU

DIPLOME DE PHARMACIEN DE PREMIÈRE CLASSE

PRÉSENTÉE ET SOUTENUE LE FÉVRIER 1889

PAR

ERNEST-FERDINAND BELZUNG

Agrégé de l'Université, Docteur ès Sciences naturelles,
Professeur au lycée Charlemagne.

Né à Husseren (Haut-Rhin), le 5 février 1859.

RECHERCHES SUR L'ERGOT DU SEIGLE

JURY { MM. PLANCHON, Président.
GUIGNARD, Professeur.
BEAUREGARD, Agrégé.



PARIS
ANCIENNE LIBRAIRIE GERMER BAILLIÈRE ET Cie
FÉLIX ALCAN, ÉDITEUR
108, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 108

1889

ÉCOLE SUPÉRIEURE DE PHARMACIE
DE PARIS

ADMINISTRATION

MM. G. PLANCHON, Directeur, ✻, I.
A. MILNE EDWARDS, Assesseur, Membre de l'Institut, O ✻, I.
E. MADOULÉ, Secrétaire, I.

PROFESSEURS..	MM. A. MILNE EDWARDS, O ✻, I.	Zoologie.
	PLANCHON, ✻, I.	Matière médicale.
	RICHE, O ✻, I.	Chimie minérale.
	JUNGFLEISCH, ✻, I.	Chimie organique.
	LE ROUX, ✻, I.	Physique.
	BOURGOIN, ✻, I.	Pharmacie galénique.
	BOUCHARDAT, I.	Hydrologie et minéralogie.
	MARCHAND, I.	Cryptogamie.
	PRUNIER, A.	Pharmacie chimique.
	MOISSAN, ✻, A.	Toxicologie.
	GUIGNARD, A.	Botanique.
	VILLIERS-MORIAMÉ, A, *agrégé*	Chimie analytique. (*Cours complémentaire.*)

Directeur honoraire : M. CHATIN, Membre de l'Institut, O ✻, I.
Professeurs honoraires : MM. BERTHELOT, Membre de l'Institut, G. O. ✻, I.
— CHATIN, Membre de l'Institut, O ✻, I.

AGRÉGÉS EN EXERCICE

MM. BEAUREGARD, I.
CHASTAING, A.
EM. QUESNEVILLE, A.
VILLIERS-MORIAMÉ, A.

CHEFS DES TRAVAUX PRATIQUES

MM. LEIDIÉ, A : 1re année........ Chimie.
LEXTRAIT, A : 2e année...... Chimie.
HÉRAIL : 3e année.............. Micrographie.
Bibliothécaire : M. DORVEAUX.

18222. — Imprimeries réunies, A, rue Mignon, 2, Paris.

RECHERCHES

SUR

L'ERGOT DU SEIGLE



HISTORIQUE

On sait que, parmi les Graminées, plusieurs genres, notamment le Maïs, le Seigle, l'Orge, l'Avoine, et, parmi les Cypéracées, plusieurs espèces du genre Carex, sont les hôtes de Champignons parasites qui envahissent les fleurs de ces plantes et se présentent à une certaine phase de leur développement sous la forme de corps allongés, noirâtres, de consistance très ferme, entremêlés avec les fruits intacts, et appelés *ergots*.

De tous les ergots, celui du Seigle a une importance spéciale en raison de sa fréquence, de ses propriétés physiologiques et de ses applications médicales : aussi a-t-il été l'objet de nombreuses recherches, tant au point de vue botanique qu'au point de vue chimique.

Les premières observations relatives à l'ergot du Seigle datent de la fin du seizième siècle (1565). Rien n'est plus varié que les opinions des anciens botanistes sur cette curieuse formation. Ainsi, du Tillet (1755) considérait l'ergot comme une galle, infestée de nombreux petits Vers, qui en consomment lentement la substance. Buffon avait cru y observer des filaments très déliés, ressemblant tout à fait, disait-il, à des Anguillules. D'autres auteurs y voyaient simplement une monstruosité organique, due à l'effet d'une rop grande humidité.

La nature végétale de l'ergot ne fut nettement établie qu'en

1815, par de Candolle, dans sa monographie du genre *Sclérotium* (1), créé précédemment (1790) par Tode pour tous les Champignons dont le thalle se présente ordinairement avec une consistance ferme. Ce genre, qui contenait environ une centaine d'espèces, a naturellement disparu de la science dès le moment où il fut reconnu que les sclérotes, loin de constituer un genre unique, sont les formes de repos des Champignons les plus dissemblables, ainsi qu'en témoigne la variété des appareils reproducteurs issus de leur germination.

Les opinions furent partagées au sujet des rapports entre l'ergot et les grains de Seigle. Pour certains auteurs, tels que Fries, Smith, Léveillé, Quekett, l'ergot n'est autre chose qu'un grain de Seigle altéré par un Champignon ; pour d'autres au contraire, notamment Guibourt (1849), il n'y a aucun rapport entre ces deux formations, ni par la structure, ni par la composition chimique.

Les remarquables travaux de Tulasne (2) sur l'origine, le développement et la germination de l'ergot du Seigle ont mis en lumière les affinités du Champignon que représente l'ergot et déterminé la place qu'il occupe aujourd'hui dans la famille des Pyrénomycètes (ordre des Ascomycètes), sous la désignation de *Claviceps purpurea ;* mais, dans ses belles recherches, ce savant botaniste n'envisage que la conformation externe du parasite, sans pénétrer dans le détail de sa structure aux différentes phases du développement total.

C'est dans le but de combler cette lacune que nous avons entrepris le présent travail, aucune recherche, à notre connaissance, n'ayant été publiée depuis sur la structure de l'ergot.

Nous allons donc suivre le développement du *Claviceps purpurea* depuis son origine jusqu'à la fin de la germination de l'ergot, en ajoutant aux notions déjà acquises celles qui résultent de nos observations personnelles.

Nous considérerons successivement :

1° Le développement de l'ergot du Seigle;

(1) De Candolle, *Mémoires du Muséum d'histoire naturelle*, 1815.

(2) Tulasne, *Mémoire sur l'ergot des Graminées* (*Ann. des sc. nat.*, t. XX, 1853).

2° La structure de l'ergot en voie de maturation ;
3° La structure de l'ergot mûr ;
4° Sa germination ;
5° Enfin, nous comparerons, au point de vue des variations du contenu cellulaire, le développement total du *Claviceps purpurea* à celui des graines.

I. — DÉVELOPPEMENT DE L'ERGOT.

Le thalle du *Claviceps purpurea* apparaît d'abord à la surface externe de l'ovaire du Seigle, dès les premiers moments du développement du pistil. Les filaments cellulaires qui le composent se ramifient et forment bientôt, par leur enchevêtrement, une sorte d'étui blanchâtre, encore caché sous les glumes des épillets. Ils ne tardent pas à pénétrer dans la paroi tendre de l'ovaire, s'y étendent très activement aux dépens des sucs nutritifs qu'ils rencontrent, et finissent par se substituer complètement à l'épiderme externe, au parenchyme et aux faisceaux: le thalle est ainsi arrivé au contact de l'épiderme interne, qui lui sert en quelque sorte de support.

Ce phénomène implique, on le voit, une digestion progressive et complète de l'épiderme et du parenchyme par le parasite, qui, à cet effet, laisse exosmoser de ses cellules un liquide diastasique approprié.

Le thalle se développant toujours, la cavité ovarienne est bientôt elle-même envahie par ses filaments ; l'ovule que contient normalement l'ovaire continue parfois à grandir encore pendant quelque temps; mais le plus souvent il s'atrophie, faute de principes nutritifs que le parasite détourne à son profit. L'épiderme interne a donc subi le même sort que les autres parties de la paroi ovarienne. La figure 1 montre encore des traces désorganisées (*c*) de cette paroi, englobées de toute part par les filaments mycéliens (*d*) qui achèveront de les digérer ; on y remarque également l'ovule atrophié (*a*).

A la phase du développement où nous en sommes arrivés, le Champignon se présente au regard de l'observateur sous la forme d'une masse blanchâtre (fig. 2, *a*), tendre, creusée de

sillons irréguliers, les uns superficiels, les autres profonds, dont la communication avec l'extérieur se trouve parfois interrompue. On désignait autrefois cet état sous le nom de *sphacélie*.

Sur toute la surface, les filaments du thalle se terminent par des cellules allongées radialement (fig. 1, *f*), qui détachent à leur sommet de petites conidies elliptiques, puis grandissent, détachent de nouvelles conidies, et ainsi de suite jusqu'au moment de la formation de l'ergot. Les conidies (*g*) mesurent



Fig. 1.



Fig. 2.

Fig. 1. — Coupe transversale de l'ovaire du Seigle, à peu près complètement digéré par le thalle du *Claviceps*. — *a*, ovule atrophié ; *b*, cavité de l'ovaire, non encore occupée par le parasite ; *c*, restes désorganisés du péricarpe ; *d*, thalle ; *f*, cellules mycéliennes allongées, donnant les conidies *g*. (Gross., 300.) D'après Tulasne.

Fig. 2. — *a* (en haut), thalle mou (*sphacélie*) ; *e*, partie de ce thalle déjà transformée en sclérote ; *b*, sommet velu de l'ovaire ; *e*, stygmate. (Gross., 10.) D'après Tulasne.

environ cinq à sept millièmes de millimètre en longueur, trois à quatre en largeur ; elles sont extraordinairement nombreuses et accompagnées généralement, le matin, d'un suc mucilagineux, jaunâtre, dans lequel elles sont noyées. Ce suc, légèrement sucré, et auquel on a donné pour cette raison le nom de *miel de Seigle*, entraîne avec lui, non seulement d'innombrables quantités de conidies, mais des grains d'amidon, qui mettent en évidence l'action digestive des filaments mycéliens ;

car ces grains n'ont pu être mis en liberté qu'à la suite de la dissolution des membranes cellulaires du tissu ovarien.

Les conidies peuvent, par l'effet de la pluie ou par l'intermédiaire des Insectes, tomber sur les glumes ou sur les autres parties de la plante hospitalière, voisines du point infecté, y germer et donner naissance à quelques conidies secondaires à l'extrémité de leurs courts filaments germinatifs; ces nouvelles conidies, transportées par le vent sur d'autres fleurs du Seigle, germent à leur tour et s'y développent, comme il a été dit précédemment, en un nouveau thalle.

Il suffit, d'ailleurs, comme l'a montré M. Roze (1), de recueillir le suc conidifère, de l'étendre d'eau et d'y plonger l'épi d'un plant de Seigle intact pour infecter ce dernier et provoquer en lui l'apparition du parasite.

Dans le Seigle, le thalle du *Claviceps* ne recouvre pas d'ordinaire le sommet velu de l'ovaire (fig. 2, *b*), ni les stygmates (*c*) qui lui font suite. Exceptionnellement, il se forme nettement au-dessous de l'ovaire; celui-ci continue alors à grandir et forme plus tard un grain de Seigle, privé il est vrai d'embryon, mais pourvu d'une certaine quantité d'albumen, et coiffant le sommet de l'ergot. Parfois encore le thalle ne se développe que dans la cavité de l'ovaire, en s'appliquant simplement contre sa paroi, et partage plus tard la cavité du fruit avec un peu d'albumen et même un embryon.

Les étamines peuvent aussi être atteintes par le parasite, qui les enveloppe de ses filaments, les pénètre, et finalement les digère comme l'ovaire; le plus souvent elles avortent dans les fleurs à ovaire infecté.

Nous avons dit tout à l'heure que le thalle, à une phase assez avancée de son développement, laisse exsuder un suc visqueux, entraînant avec lui de nombreuses conidies. Or, c'est précisément vers le début de cette exsudation que le thalle, resserrant peu à peu ses filaments à partir de son extrémité inférieure, opère sa transformation en sclérote. On voit, en effet, apparaître à la base du thalle (fig. 2, *e*), mais dans son épaisseur, à la place occupée d'ordinaire par l'embryon, un corps com-

(1) Roze, *Bulletin de la Société botanique de France*, 1870.

pact, d'un noir violacé à la périphérie, blanchâtre à l'intérieur, premier indice du sclérote, c'est-à-dire de l'ergot. La métamorphose s'opère lentement de bas en haut, et bientôt l'ergot paraît hors des glumes (fig. 3), coiffé par la partie supérieure non transformée du thalle (sphacélie), ainsi que par l'extrémité supérieure de l'ovaire, et enveloppé sur tout le reste de sa surface par la zone périphérique et très amincie de cette même sphacélie, qui, à ce moment, produit les dernières conidies (fig. 12, *a*, *b*, *c*). Enfin, cette zone périphérique se dessèche, se fendille irrégulièrement et disparaît par l'effet de la pluie ou du vent, en même temps qu'apparaît la surface brune de l'ergot, voilée seulement çà et là par quelques débris de la sphacélie, encore couverts de conidies. A l'extrémité libre de l'ergot, le thalle primitif (sphacélie) et la partie supérieure de l'ovaire avorté subsistent sous la forme d'un petit cordon grisâtre, desséché, irrégulièrement fissuré et légèrement dilaté au sommet (fig. 11).



FIG. 3.

FIG. 3. — Épi de Seigle, montrant plusieurs ergots avec leur petit prolongement grisâtre. (Grand. nat.)

Le développement de l'ergot du Seigle, que nous venons de passer en revue, exige environ deux mois.

L'ergot complètement mûr (fig. 14) est un corps brun, dur, long de 1 à 3 centimètres, à section transversale triangulaire dans l'ensemble, droit ou recourbé en manière de corne, atténué à ses deux extrémités, et fissuré, surtout dans le sens longitudinal. Tel qu'il se trouve dans les officines, il est privé du cordon grisâtre et caduc, non transformé en sclérote, qui le coiffe naturellement.

En se détachant des épis du Seigle, l'ergot tombe sur le sol; là il passe plusieurs mois à l'état de vie ralentie. Vers le prin-

temps de l'année suivante, il germe et achève son développement, si les conditions extérieures d'humidité et de température sont satisfaisantes : il se comporte, en un mot, comme une graine.

L'ergot du Seigle doit être conservé dans un endroit sec, et, de plus, aéré, s'il doit servir à étudier la germination. A l'humidité, il s'altère, et dégage au bout de quelque temps une odeur désagréable, due à la triméthylamine. Cette propriété peut servir à caractériser la poudre d'ergot. Ainsi, il arrive parfois que quelques ergots passent inaperçus dans une récolte de Seigle et se retrouvent par suite dans la farine; dans ce cas, pour en reconnaître la présence, on délaye un peu de farine dans l'eau : le mélange acquiert une couleur chamois; si ensuite on y ajoute de la potasse ou de la soude, il se dégage de la triméthylamine, qui se reconnaît à son odeur de poisson altéré. Ce dégagement a lieu immédiatement si l'on chauffe le mélange, à la longue si on l'abandonne à lui-même (1).

II. — STRUCTURE DE L'ERGOT EN VOIE DE MATURATION.

Le phénomène que nous venons de décrire, savoir, l'envahissement de l'ovaire du Seigle par le thalle du Champignon, qui finit par se substituer à lui, implique la digestion de l'hôte par le parasite, mais laisse indécise la question de savoir si l'ovaire a disparu complètement ou s'il en reste quelque trace dans les ergots voisins de l'état de maturité. C'est ce que l'étude de la structure va nous apprendre à connaître.

D'après Tulasne, le tissu de l'ergot du Seigle se compose de cellules polyédriques ou globuleuses, à parois assez épaisses, intimement unies les unes aux autres et remplies d'une huile limpide que l'iode colore faiblement; jamais, ajoute cet auteur, on n'y trouve trace de fécule.

Nous avons eu occasion d'étudier plusieurs ergots en voie

(1) Granel, *Thèse d'agrégation de la Faculté de médecine*, Paris, 1883.

de maturation, cueillis aux environs de Paris vers la fin du mois de juin dernier; ils sont représentés en grandeur naturelle dans les figures 4 et 11. Leur teinte était à peu près celle des ergots adultes; leur consistance un peu moindre; de plus, leur surface était encore complètement couverte de conidies, que nous avons retrouvées en nombre considérable dans toutes nos préparations.

Si l'on fait une coupe transversale d'un pareil ergot et qu'on la plonge pendant quelques instants dans l'eau iodée

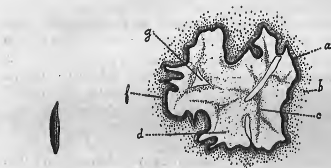


Fig. 4. Fig. 5.

Fig. 4. — Ergot incomplètement développé. (Grand. nat.)

Fig. 5. — Coupe transversale de cet ergot. — *a*, couche foncée protectrice; *b*, conidies; *c*, zones amylifères; *d*, pseudoparenchyme incolore; *f*, zone conidifère; *g*, lacune. (Gross., 12.)

ou dans le chloro-iodure de zinc, on distingue au premier abord, à l'examen microscopique, cinq choses différentes, savoir (fig. 4) : le pseudoparenchyme incolore (*d*), ici coloré en jaune par le réactif, formant la masse de l'ergot; sa zone périphérique (*a*), d'un brun noirâtre, différenciée pour la protection; en dehors de cette dernière, une zone caduque (*f*), colorée en jaune comme la première et formée des parties terminales des filaments superficiels, portant les conidies (*b*); puis, sillonnant irrégulièrement le pseudoparenchyme, des bandes foncées, d'un bleu noirâtre (*c*), qu'un examen plus détaillé montre composées de grains d'amidon, ayant chacun une teinte bleue ou parfois rougeâtre; enfin on aperçoit

çà et là des lacunes (*g*), qui se comblent peu à peu avec les progrès du développement.

A. — Le pseudoparenchyme résulte, comme l'on sait, du resserrement des filaments du thalle, devenus plus consistants. Les cellules qui les composent sont irrégulièrement cylindriques et allongées dans le sens même des filaments (fig. 6) et par suite de l'ergot lui-même. Dans les sections transversales (fig. 7), elles se présentent avec un contour arrondi ou ovale dans les parties où le sclérote offre le moins

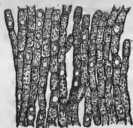


Fig. 6.



Fig. 7.

Fig. 6. — Coupe longitudinale de l'ergot. (Gross., 400.)

Fig. 7. — Portion d'une coupe transversale de l'ergot non mûr. On voit les cellules, lâchement unies, et les grains d'amidon intercellulaires (en noir). En blanc, l'huile. (Gross., 450.)

de consistance, polyédrique dans les régions les plus dures. Elles sont fort petites : leur diamètre varie de quatre à huit millièmes de millimètre ; aussi est-il nécessaire de les observer à un très fort grossissement et de s'aider de réactifs colorants pour pouvoir distinguer leur structure. Les plus petites occupent toujours les parties internes du sclérote, par exemple, le pourtour des lacunes (fig. 8).

La membrane cellulosique est assez épaisse ; dans la couche foncée superficielle, elle est colorée par un pigment rougeâtre, légèrement violacé, qui se communique facilement à l'eau ou à l'alcool dans lesquels on abandonne des ergots. Le contenu

cellulaire se compose essentiellement de deux parties : l'une est de nature albuminoïde, l'autre est oléagineuse ; cette dernière paraît un peu plus abondante. Ce contenu remplit toute la cavité cellulaire.

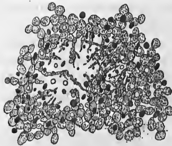
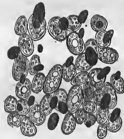


Fig. 8.

Fig. 8. — Portion d'une coupe transversale de l'ergot, située dans le voisinage d'une petite lacune. En noir, les grains d'amidon intercellulaires. (Gross., 400.)

La partie albuminoïde se présente sous la forme de grains arrondis ou ovales (fig. 9), placés généralement sur le pourtour de la cellule, contre la membrane, mais pouvant aussi en occuper les parties centrales; ils prennent dans les réatifs iodés une teinte jaune qui permet de les distinguer facilement; ils se colorent en rouge et se détachent bien aussi lorsqu'on les traite par l'hématoxyline. Quand on les examine avec soin, on voit que leur substance n'est pas homogène, mais finement granuleuse.



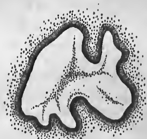


Fig. 9. Fig. 10. Fig. 11.

Fig. 9. — Fragment d'une coupe transversale de l'ergot de la figure 11. On voit le contenu des cellules et (en noir) les grains d'amidon intercellulaires. En blanc, l'huile. (Gross., 800.)

Fig. 10. — Coupe transversale de l'ergot ci-contre. (Pour le détail, voy. fig. 5.) (Gross., 12.)

Fig. 11. — Ergot incomplètement développé, avec la partie caduque du thalle à son sommet. (Grand. nat.)

Les corpuscules albuminoïdes rappellent assez bien les leu-

cites de certaines plantes, notamment le substratum de la plupart des grains de chlorophylle.

Ils prennent toujours dans l'eau iodée une teinte jaune; exceptionnellement leurs granulations constitutives nous ont apparu avec une teinte bleuâtre, comme si elles avaient été le siège d'un léger dépôt d'amidon, fait qui n'aurait rien de surprenant, étant donnée la grande quantité de principes amylogènes que le Champignon reçoit de la plante hospitalière et qui normalement se déposent dans l'albumen des grains de Seigle sous forme d'amidon; mais cet aspect nous a paru plutôt dû à une illusion d'optique, provenant du fort grossissement auquel il faut observer cette structure.

La partie oléagineuse est représentée par des gouttelettes d'huile (fig. 7 et 9). Fréquemment on ne distingue qu'une seule gouttelette, très développée, occupant la partie centrale de la cellule et enveloppée en quelque sorte par les granulations albuminoïdes; les réactifs iodés ne colorent cette huile limpide que très faiblement. Les gouttelettes grasses sont parfois très apparentes dans les cellules; dans les coupes les plus minces, elles s'en échappent et flottent dans le liquide de la préparation, qui, en effet, en renferme toujours abondamment; dans les coupes un peu plus épaisses, on soupçonne leur existence au travers du revêtement albuminoïde pariétal.

Jamais nous n'avons pu distinguer dans la cavité cellulaire d'autres éléments figurés que les granulations azotées et les gouttelettes oléagineuses; jamais, en particulier, nous n'y avons observé de grains d'amidon. Il faut cependant ajouter que dans les intervalles des corpuscules albuminoïdes apparaît quelquefois une substance hyaline, disposée en couche mince sous la membrane cellulosique, et qui est vraisemblablement le protoplasme de la cellule.

La zone périphérique foncée du pseudoparenchyme présente dans ses cellules (fig. 12, *cf*) le même contenu que la zone interne blanche; elle ne diffère de cette dernière que par la teinte rosée de ses membranes et par une épaisseur un peu plus grande de ces dernières sur les faces externes.

B. — Examinons maintenant les traînées bleuâtres qui apparaissent dans le pseudoparenchyme, lorsqu'on traite les

coupes transversales ou longitudinales par les réactifs iodés.

Une coupe transversale, par exemple, observée à un faible grossissement, montre qu'elles occupent toujours les parties les moins denses du sclérote ou le pourtour des lacunes, en un mot les régions qui ne sont pas encore complètement envahies par les filaments du thalle; leur disposition générale est indiquée dans la figure 5, *c*. Il est très rare qu'on en observe dans les parties les plus serrées, où le sclérote a acquis à peu près sa structure définitive.

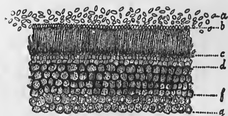


Fig. 12.

Fig. 12. — Coupe transversale de la couche périphérique d'un ergot non mûr. — *a*, conidies détachées ; *b*, conidies en voie de formation ; *bc*, longues cellules qui les forment ; *cd*, petites cellules incolores ; *df*, zone des cellules brunes ; *fg*, commencement du pseudoparenchyme incolore. (Gross., 400.)

Étudiée à un fort grossissement, chaque bande foncée se montre formée de cellules ordinaires de pseudoparenchyme (fig. 7, 9, 13), avec leur contenu albuminoïde et oléagineux, tantôt intimement juxtaposées, plus souvent lâchement unies entre elles, et de grains d'amidon, colorés par l'iode en bleu ou en bleu rougeâtre et rappelant tout à fait dans ce dernier cas des grains en voie de digestion.

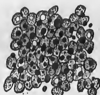


Fig. 13.

Fig. 13. — Portion d'une coupe transversale d'un ergot non mûr dans une partie dense. En noir, les grains d'amidon intercellulaires. (Gross., 400.)

Ces grains d'amidon, représentés en noir dans nos figures, généralement simples, arrondis ou ovales, sont fort nombreux en certains points ; leur diamètre varie d'un à six millièmes de millimètre ; la plupart sont d'une extrême petitesse (fig. 8) ; mais il n'est pas rare d'en voir qui soient plus larges que les cellules (fig. 9).

Au premier abord, on croit avoir affaire à un tissu amylacé, ce qui n'aurait rien de surprenant, si l'on songe à ce qui a lieu pen ant la germination de l'ergot. Mais un examen attentif

ne tarde pas à montrer que les granules amylacés, loin d'être situés dans les cellules du pseudoparenchyme, se trouvent toujours en dehors d'elles, dans les méats ou lacunes qui séparent les filaments du thalle les uns des autres. En colorant des coupes au moyen de l'hématoxyline, on peut se convaincre qu'ils sont absolument isolés, comme emprisonnés dans les mailles du sclérote, et qu'aucune substance étrangère, un peu de protoplasme, par exemple, ne les accompagne. C'est dans le plus petit, dans le plus jeune des ergots que nous avons eus à notre disposition, que nous avons constaté la présence des plus gros grains d'amidon, fait qu'expliquera suffisamment la destinée de ces derniers. La figure 9 montre leurs rapports avec les cellules de l'ergot.

Les bandes amylifères dont nous venons de parler n'appartiennent donc pas en propre au sclérote et elles ne peuvent provenir que de l'ovaire auquel le thalle du parasite s'est lentement substitué. C'est ce que montre d'ailleurs l'étude d'un grain de Seigle normal; le péricarpe contient dans ses cellules de très nombreux grains amylacés, présentant tous les caractères de ceux des ergots incomplètement arrivés à maturité, tandis que la substance protoplasmique y est souvent en quantité à peine appréciable.

La présence normale de grains d'amidon libres dans les interstices du tissu de l'ergot est donc une preuve évidente des phénomènes de digestion exercés par ce Champignon sur l'ovaire du Seigle dont il prend la place, et particulièrement sur la paroi ovarienne. Grâce à un principe azoté, exosmosé par les filaments du thalle, les membranes cellulaires de l'ovaire, puis le protoplasme, puis seulement l'amidon sont successivement digérés, et les grains d'amidon libres que l'on trouve dans les ergots incomplètement mûris ne sont que les derniers témoins de cette digestion progressive et complète, par l'effet de laquelle le parasite prend la place de son hôte après s'en être nourri; et, en effet, ils disparaissent lentement, au fur et à mesure que s'achève la maturation du sclérote, si bien que l'ergot mûr n'en renferme plus trace. Il est donc probable, pour ne pas dire certain, qu'en étudiant des ergots plus jeunes que ceux dont il vient d'être question, on

trouverait, sinon des cellules entières de l'ovaire, du moins des traces de leur protoplasme et de leur membrane, accompagnant les grains d'amidon.

Pour résumer ce qui vient d'être exposé, nous dirons que l'ergot du Seigle incomplètement développé présente deux parties bien distinctes : d'une part, le pseudoparenchyme, qui est son tissu propre et dont les cellules contiennent des granulations albuminoïdes composées et des gouttelettes oléagineuses; d'autre part, des grains d'amidon, librement contenus dans les insterstices des filaments du sclérote et représentant le dernier témoin de l'ovaire, envahi, digéré, puis absorbé par le parasite.

Ce phénomène de digestion est tout à fait comparable à celui qu'exerce l'embryon des graines en voie de développement sur l'albumen, par exemple dans les Légumineuses.

III. — STRUCTURE DE L'ERGOT DU SEIGLE MUR.

Voyons maintenant en quoi la structure que nous venons de décrire diffère de celle de l'ergot complètement arrivé à maturité, tel qu'on l'emploie dans les officines.

La coupe transversale ne montre plus que deux parties :

1° La zone périphérique mince, colorée en rouge foncé; elle comprend plusieurs assises de cellules dont la membrane est légèrement épaissie, mais dont le contenu ne paraît pas différer de celui du reste du sclérote; vue à l'œil nu, cette zone a une teinte noire; au microscope, on distingue nettement la coloration rouge violacé des membranes. C'est la zone protectrice de l'ergot. Il n'y a plus trace, en dehors d'elle, de la zone des filaments conidifères.

2° La zone interne, à peu près incolore, formant le corps de l'ergot; traitée par l'eau iodée, elle prend une coloration jaune uniforme et n'offre plus les bandes amylacées que nous avons signalées dans la phase précédente. Tout au plus trouvet-on, en de très rares points, un petit granule d'amidon qui a échappé au travail de digestion et que le réactif colore en bleu ou en bleu rougeâtre, mais destiné lui-même à disparaître à

la longue. Il est à remarquer que fréquemment le tissu correspondant aux anciennes zones amylacées prend dans l'eau iodée une teinte rougeâtre, et non une teinte jaune, comme les parties voisines.

Les cellules (fig. 15) ont un contour arrondi, ovale ou polyédrique; dans les coupes longitudinales, on distingue facile-



Fig. 14.

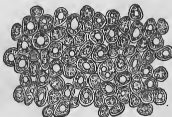


Fig. 15.

Fig. 14. — Ergot du Seigle.

Fig. 15. — Fragment d'une coupe transversale d'un ergot mûr. Il n'y a plus d'amidon. En blanc, l'huile. (Gross., 800.)

ment leur groupement en filaments rectilignes ou flexueux, serrés les uns contre les autres.

Les lacunes qui, dans la phase précédente, étaient souvent assez développées vers le centre de l'ergot, sont ici à peu près complètement occupées par le thalle; l'ergot est devenu un corps massif.

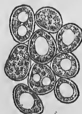


Fig. 16.

Fig. 16. — Même coupe que la figure 15, mais plus grossie. (Gross., 2250.)

a structure des cellules est semblable à celle que nous avons décrite précédemment. Au-dessous d'une membrane cellulosique très distincte, qui ne se colore pas en bleu par la solution d'iode dans l'iodure de potassium, mais seulement en jaune, nous retrouvons (fig. 16) les corpuscules albuminoïdes granuleux, jaunissant par l'iode, rougissant fortement par l'hématoxyline, et formant en définitive la réserve azotée de la cellule; puis la gouttelette grasse, très développée, située généralement au centre, et constituant la réserve ternaire. Certaines cellules paraissent présenter un

contenu granuleux exclusivement albuminoïde; mais peut-être la gouttelette grasse plus interne est-elle simplement masquée par le revêtement périphérique qu'il constitue. Quelquefois on observe plusieurs gouttelettes oléagineuses dans une cellule. Jamais on n'y trouve trace d'amidon.

Outre ces produits figurés, l'ergot renferme un principe sucré dont la nature n'est pas encore nettement établie, mais qui paraît être, soit du tréhalose, soit du mycose; de plus un principe actif et des sels, tels que le phosphate de potasse. On a pu en retirer aussi de la mannite. M. Tanret en a extrait un alcaloïde cristallisable, l'*ergotinine* (1), douée de propriétés hémostatiques, qui justifient l'emploi de la poudre d'ergot contre les hémorrhagies qui succèdent aux accouchements. Le même auteur en a récemment séparé un nouveau principe immédiat, de nature ternaire, cristallisable, l'*ergostérine*, qui rappelle la cholestérine par certaines propriétés, mais s'en distingue par d'autres, notamment par la réaction de l'acide sulfurique (2).

L'ergot est administré à la dose de 50 centigrammes à 1 gramme. A haute dose, par exemple dans les farines impures, il produit la gangrène ou sphacèle des membres; parfois son effet se limite à des accès convulsifs.

Il résulte de ce qui vient d'être dit que pendant la dernière phase de la maturation de l'ergot, ceux des grains d'amidon d'origine ovarienne, qui jusqu'alors étaient restés intacts, ont été eux-mêmes lentement digérés par lui, puis assimilés, de telle sorte qu'il n'en reste plus trace au moment où le sclérote a atteint sa parfaite maturité. A proprement parler, c'est alors seulement que le parasite s'est complètement substitué à l'ovaire dans lequel il s'était installé.

Par la nature de ses principes de réserve, l'ergot du Seigle se rapproche des graines aleuriques et oléagineuses, telles que le Ricin, le Pin; il rappelle l'albumen de ces graines, non seulement par ses réserves, mais par sa structure purement cellulaire.

(1) Tanret, *Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1875.
(2) Tanret, *ibid.*, 14 janvier 1889.

IV. — GERMINATION DE L'ERGOT.

L'ergot du Seigle mûr n'est pas autre chose qu'un pseudo-parenchyme dont les cellules sont à l'état de vie ralentie, mais renferment en elles les substances nutritives de réserve nécessaires à toute cellule pour reprendre son développement momentanément interrompu, les conditions de température et d'humidité étant d'ailleurs satisfaites.

On sait, en effet, qu'une cellule vivante, c'est-à-dire pourvue de protoplasme et d'un noyau, peut passer de la vie ralentie à la vie active, en un mot, entrer en germination, toutes les fois que parmi ses matériaux de réserve figure une quantité suffisante de principes albuminoïdes; ceux-ci représentent, en effet, les substances plastiques les plus importantes, indispensables à la formation de nouvelles particules de protoplasme, et par suite nécessaires à la croissance. Ce fait explique pourquoi les albumens amylacés, tels que celui des Graminées, sont incapables de germer, quand on les sépare de l'embryon auquel ils sont annexés, tandis que les albumens aleuriques et oléagineux peuvent se développer librement et mener une vie indépendante, tant qu'ils renferment des substances de réserve. C'est qu'en effet les premiers ne contiennent comme réserve nutritive que des grains d'amidon et fort peu de principes azotés, tandis que les seconds possèdent, outre leur réserve oléagineuse, une grande quantité d'aleurone, principe éminemment plastique.

Or, l'ergot du Seigle, par les granulations albuminoïdes et les gouttelettes grasses de ses cellules, se rapproche le plus des albumens oléagineux; il n'est donc pas étonnant qu'il puisse entrer en germination et mettre en œuvre ses réserves pour achever son développement.

Plantons des ergots dans la terre humide, au voisinage de la surface; abandonnons-les à une douce température et suivons la marche des transformations internes. L'eau est lentement absorbée et en petite quantité; au bout d'une semaine, les sclérotes offrent déjà une consistance un peu moins ferme.

Il faut éviter de provoquer la germination dans un milieu trop humide; car les moisissures se développent avec une extrême facilité sur l'ergot et arrêtent parfois son développement. L'ergot se comporte à cet égard comme les graines oléagineuses, qui n'exigent pour germer qu'une faible proportion d'eau. Au bout d'un temps variable de cinq à quinze jours, la digestion des réserves commence à s'effectuer : les cellules périphériques du sclérote, situées sous la zone protectrice, présentent alors une coloration terne qui, surtout dans l'eau iodée, tranche nettement avec la teinte plus claire du reste du pseudo-parenchyme. Dans toute cette région périphérique, et même dans les parties qui correspondent aux lacunes des ergots plus jeunes, la matière grasse commence à disparaître (fig. 17) et le contenu cellulaire, devenu plus uniformément granuleux, communique aux cellules leur teinte plus foncée. Ce phénomène de digestion s'étend ensuite lentement à toute la masse de l'ergot. Dans les préparations traitées par l'eau iodée, on remarque en outre, çà et là, vers la périphérie des sclérotes, des cellules qui se colorent en rouge et rappellent ce qui a lieu dans les cotylédons de certaines graines pendant la germination, par exemple dans les Lupins. Une tranche fraîche de l'ergot, coupée à sec et déposée directement dans ce réactif, communique à ce dernier une coloration rouge marron absolument semblable à celle qu'y produisent les diverses parties des jeunes plantules de Haricot, de Lupin, etc.

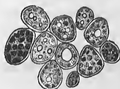


Fig. 17.

Fig. 17. — Coupe transversale de l'ergot en voie de germination : l'huile disparaît; l'amidon transitoire (en granules noirs) commence à se former. (Gross., 1200.)

Vers le dixième, quelquefois seulement vers le quinzième ou vingtième jour, commence à apparaître une formation d'amidon transitoire (fig. 18), alors qu'aucune trace du réceptacle dans lequel se différencieront les périthèces n'est encore visible à la surface de l'ergot. Les grains d'amidon apparaissent d'abord dans la région moyenne des coupes transversales, où précisément les phénomènes de digestion des réserves se sont manifestés en premier lieu; plus tard, après un mois

de germination, les cellules plus internes peuvent aussi en présenter, de même que les cellules périphériques, excepté toutefois les cellules foncées de la couche protectrice. Des germinations plusieurs fois répétées nous ont toujours donné le même résultat.

Au bout de quatre ou cinq semaines, la formation d'amidon est devenue très apparente. Un assez grand nombre de cellules du pseudoparenchyme prennent dans la solution iodée une coloration bleu foncé, noirâtre, qui indique qu'elles sont plus ou moins remplies d'amidon. Dans la région moyenne de l'ergot surtout, certaines cellules en sont abondamment pourvues. Ainsi, la formation d'amidon transitoire est nettement caractérisée dans l'ergot en voie de germination.

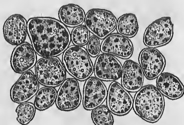


Fig. 18.

Fig. 18. — Coupe transversale de l'ergot pendant la germination. On voit dans les cellules les grains composés d'amidon transitoire. (Gross., 1200.)

Voyons maintenant comment ces grains d'amidon prennent naissance. On se rappelle que les cellules renferment des corpuscules albuminoïdes, généralement situés sous la membrane cellulosique; c'est précisément dans leur intérieur, au moins dans certains d'entre eux, que se déposent les granules amylacés, en nombre variable, formant un grain d'amidon composé, quelquefois simple. Les corpuscules albuminoïdes se comportent donc comme des leucites : ils sont peu à peu envahis par les grains d'amidon; mais le plus souvent il en reste des traces distinctes autour de ces derniers (fig. 19), sous la forme d'une mince enveloppe, lorsque le dépôt de l'amidon est complètement effectué. Dans les coupes longitudinales du sclérote (fig. 19), on peut voir nettement les grains d'amidon disposés par files au centre de certains filaments, ou contre leur paroi, tandis que des filaments voisins sont encore occupés par une suite de corpuscules jaunissant par l'iode et ayant tout à fait l'aspect de leucites. Autour de certains grains

d'amidon, on voit fort bien l'enveloppe formée par le granule albuminoïde.

Il faut bien se garder de confondre cet amidon de germination avec les grains de même substance contenus librement dans les méats de l'ergot, avant sa maturité complète. Dans le premier cas, l'amidon se forme, en effet, au sein même des cellules du sclérote, et sa production a lieu conformément aux lois qui régissent la transformation des matières de réserve; il paraît résulter essentiellement du dédoublement des principes albuminoïdes; car, dans le sclérote du Coprin, qui ne renferme, comme réserve figurée, que des granulations albuminoïdes, la formation d'amidon se produit, comme dans l'ergot, pendant la germination; elle est seulement beaucoup moins abondante. Dans le second cas, au contraire, les grains d'amidon, loin d'appartenir à l'ergot, proviennent de la paroi de l'ovaire et représentent, ainsi que nous l'avons dit plus haut, les derniers vestiges de l'ovaire, digéré et absorbé par le parasite. Dans le premier cas, les granules amylacés, le plus souvent composés et très petits, sont situés dans l'intérieur même des cellules; dans le second, ils sont simples, parfois plus grands que les cellules, et occupent les interstices de ces dernières.

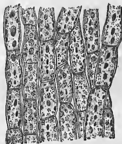


Fig. 19.

Fig. 19. — Coupe longitudinale de l'ergot, correspondant à la figure 18. (Gross., 1200.)

Quelle est maintenant la destinée de l'amidon de germination? Tant que le réceptacle des périthèces ne se développe pas, les grains d'amidon peuvent rester très évidents; si, pour une raison ou pour une autre, par exemple à cause de l'envahissement du sclérote par les moisissures, il ne s'en produit jamais, les grains d'amidon sont lentement digérés et laissent à leur place des corpuscules granuleux, jaunissant par l'iode, qui ne tarderont pas à se désorganiser à leur tour; car à ce moment apparaissent au sein des cellules de nombreuses Bactéries. Le même phénomène se produit vraisemblablement,

lorsque les réceptacles commencent à se développer : l'amidon de germination est alors utilisé avec les autres matières de réserve pour la croissance de ces derniers ; mais nous n'avons pas suivi le développement jusqu'à cette phase terminale.

Ainsi, l'amidon qui se forme pendant la germination de l'ergot du Seigle est essentiellement transitoire ; il présente tout à fait les caractères de l'amidon que renferment la tige et la racine des plantules durant les premières semaines de la germination des graines, par exemple dans le Lupin blanc, qui, à la maturité, ne présente aucune trace de cet hydrate de carbone ; il peut encore être comparé à l'amidon transitoire qu'élaborent les albumens oléagineux, tels que celui du Ricin, du Pin, lorsqu'ils germent isolément.

Les phénomènes internes de germination dont il vient d'être question se poursuivent dans l'ergot pendant environ deux mois, quelquefois trois, sans qu'aucun changement appréciable survienne à la surface. Au bout de ce temps, un certain nombre de foyers de développement se produisent dans le pseudoparenchyme, sous la zone protectrice : les cellules s'y multiplient activement et déterminent bientôt dans les parties de l'ergot restées hors de terre un léger soulèvement ; puis des fentes radiales, disposées en manière d'étoile, apparaissent, donnant issue à un corps arrondi, blanchâtre, dans lequel se différencieront peu à peu les périthèces. Pendant longtemps ces saillies restent sessiles, puis elles sont soulevées par une sorte de pied et l'ensemble ainsi constitué (fig. 20) rappelle par sa forme l'appareil sporifère des Champignons ordinaires à chapeau. La tête de ce réceptacle, d'abord blanchâtre, se colore bientôt en jaune et acquiert enfin une teinte purpurine ; de là le nom de *Claviceps purpurea* donné depuis à la plante ; c'est dans cette tête globuleuse que se formeront les périthèces. Le pied est rouge violacé dès son apparition, mais un peu plus à la base qu'au sommet. Chaque tête globuleuse (fig. 21) se couvre



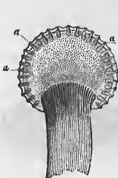
FIG. 20.

FIG. 20. — Ergot portant des organes de fructification, après deux mois de germination. (Grand. nat.)

ensuite de petits mamelons, pourvus chacun à leur sommet d'une ponctuation (*a*), orifice externe d'un conceptacle en forme de bouteille qui n'est autre qu'un périthèce.

Les périthèces (fig. 22, *b*) renferment de nombreux asques allongés, munis chacun de huit spores filiformes, qui s'échap, pent à la maturité par leur extrémité libre. Ces spores, entraînées par le vent, propageront la maladie sur le Seigle et reproduiront le développement que nous venons d'étudier.

Tandis que le sclérote donne naissance à l'appareil repro-



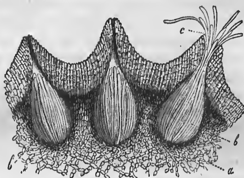


Fig. 21. Fig. 22.

Fig. 21. — Organe de fructification, coupé longitudinalement. — *a*, orifice des périthèces. (Gross., 15.)

Fig. 22. — Portion de la figure 21. — *a*, thalle ; *b*, périthèce renfermant de nombreux asques ; *c*, orifice du périthèce, donnant issue aux spores ; *b'*, jeune périthèce. (Gross., 300.) D'après Tulasne.

ducteur, les matières nutritives de réserve disparaissent lentement de ses cellules pour assurer son complet développement. Elles sont en quantité suffisante pour donner lieu à la formation de nombreux périthèces ; ainsi des ergots, plantés au mois de juillet, commencèrent à germer au mois d'octobre et continuèrent à fructifier jusqu'au printemps suivant. L'un de ces ergots, dit Tulasne, a donné naissance pendant ce temps à trente-trois petits chapeaux pédicellés, pourvus chacun de nombreux périthèces.

L'ergot perd ainsi lentement sa vitalité, se vide et finit par entrer en décomposition ; il se comporte à cet égard comme

un tubercule, comme des cotylédons, comme un albumen oléagineux, soumis à la germination.

Le principal phénomène que nous a offert la germination de l'ergot du Seigle consiste dans la formation d'amidon transitoire aux dépens de ses matières de réserve.

V. — COMPARAISON ENTRE LE DÉVELOPPEMENT DU CLAVICEPS PURPUREA ET CELUI DES GRAINES.

L'étude de l'ergot du Seigle adulte nous a révélé l'analogie de structure entre le contenu des cellules de ce Champignon et celui des graines aleuriques et oléagineuses, telles que le Ricin, le Pin, etc. Dans l'un et l'autre cas, la réserve nutritive se compose de principes albuminoïdes et de principes oléagineux. On peut dès lors préjuger que la marche générale du développement aura de part et d'autre les mêmes caractères, étant donnée l'uniformité que présentent à cet égard, dans l'ensemble des plantes phanérogames, les graines appartenant aux familles les plus diverses, mais dont les matières de réserve sont les mêmes.

Considérons, par exemple, une graine de Ricin. A la suite des premiers cloisonnements de l'œuf, à peine la tigelle et la radicule commencent-elles à s'ébaucher, que déjà leurs cellules sont le siège d'une formation d'amidon transitoire, qui augmente peu à peu jusqu'au moment où l'embryon entre en voie de maturation. Ces granules amylacés sont généralement simples et fort petits ; ils se produisent dans la plupart des graines, même dans celles qui, à la maturité, ne renferment pas trace de ce principe de réserve, par exemple, dans les Lupins blancs.

La graine du Ricin est le siège d'un dépôt d'amidon transitoire, non seulement dans son embryon, mais encore dans l'albumen en voie de développement, fait qu'on peut observer également dans les graines qui ne contiennent pas d'albumen à l'âge adulte, par exemple dans l'albumen transitoire des Légumineuses.

Lorsqu'on arrive à la période de maturation, l'embryon et

l'albumen du Ricin digèrent lentement, pour le consommer ou l'assimiler, l'amidon transitoire d'ailleurs peu abondant et en granules fort petits, surtout dans l'albumen; si bien que lorsque la maturité est arrivée, il n'en reste plus trace.

Une semblable digestion se produit dans certaines graines amylacées; ainsi dans le Blé complètement mûr, l'embryon ne renferme de matière amylacée en aucune de ses parties, tandis qu'il en est abondamment pourvu durant toute sa période de formation. Ailleurs, comme dans le Maïs, le Haricot, le Pois, etc., la tigelle et la radicule renferment encore une notable quantité de grains d'amidon simples, mais cependant beaucoup moins développés que durant la phase antérieure du développement; il y a en un mot dans ces graines une digestion incomplète de l'amidon transitoire.

Si maintenant l'on se reporte à l'ergot du Seigle en voie de développement, on verra qu'il diffère des graines, à la même phase, simplement par l'absence de cet amidon transitoire, tout au moins à la période avancée où nous l'avons considéré. Nous n'avons pas eu à notre disposition pour cette étude le thalle très jeune du *Claviceps;* mais il n'est pas impossible qu'une légère formation d'amidon, digérée bientôt après, se produise avant sa transformation en sclérote, alors qu'il consiste encore en une masse molle recouvrant l'ovaire du Seigle.

Arrivés à complète maturité, l'embryon et l'albumen du Ricin présentent une structure qui ne diffère en rien de celle de l'ergot, en ce qui touche la nature des réserves; il en est de même du Pin pignon et, d'une manière générale, de toutes les graines oléagineuses.

Considérons maintenant la période de germination de ces graines et comparons-la encore à celle de l'ergot. On sait que, dès les premiers jours de la germination, la tigelle et la radicule accumulent dans leurs cellules une quantité souvent considérable d'amidon qui se présente presque toujours sous la forme de grains composés, et non simples comme pendant la période de formation de la graine. Les cotylédons charnus

eux-mêmes, plus particulièrement comparables à l'ergot, en élaborent et peuvent par suite présenter, dans les graines amylacées, telles que le Haricot, le Pois, la Lentille, deux sortes de grains d'amidon : l'amidon de réserve, formé de grains simples, de très grande taille, et l'amidon transitoire, qui consiste en grains composés beaucoup plus petits. Seul, l'albumen ne forme jamais d'amidon pendant la germination, lorsqu'il conserve avec l'embryon ses rapports normaux ; car, dans ces conditions, les principes amylogènes de l'albumen sont absorbés et consommés par l'embryon, au fur et à mesure qu'ils sont digérés.

Quelle que soit la nature des réserves des graines, toujours les jeunes plantules élaborent de la matière amylacée à leurs dépens, indépendamment de l'action chlorophyllienne, mais en quantité variable, suivant les principes qui entrent dans la composition de ces réserves. Or, entre toutes, les graines dont la réserve nutritive se compose d'aleurone et d'huile, se distinguent par l'abondance de cette formation. Il n'est donc pas étonnant que l'ergot du Seigle, qui possède ces mêmes principes de réserve, produise cet hydrate de carbone pendant la germination, également sous la forme de petits grains composés.

Dans l'un et l'autre cas, l'amidon transitoire de germination provient de la métamorphose des substances de réserve, principalement des substances albuminoïdes; la chlorophylle qui colore les jeunes plantules n'a aucune part dans son élaboration ; car il apparaît aussi bien dans les plantules développées à l'obscurité que dans celles qui croissent à la lumière. C'est donc une propriété physiologique générale de la cellule de donner naissance à des grains d'amidon transitoire, au moment de la digestion et de la mise en œuvre des réserves qu'elle contient ou qu'elle reçoit.

L'analogie entre les phénomènes internes de la germination est plus grande encore, lorsque, au lieu de comparer l'ergot aux graines entières, on ne prend en considération que l'albumen, préalablement isolé de l'embryon. Il est constant que seuls les albumens aleuriques et oléagineux ont la propriété de germer isolément et de mener une existence indépendante, tant qu'ils

contiennent des matières de réserve (1) ; les albumens amylacés et les albumens cornés, manquant de principes albuminoïdes, ou tout au moins n'en possédant qu'une quantité insuffisante, ne sauraient élaborer les diastases, c'est-à-dire les principes azotés nécessaires à la digestion de leurs réserves hydrocarbonées ; ils demeurent par conséquent inertes, lorsqu'ils sont séparés de l'embryon auquel ils appartiennent et qu'on les place dans les conditions normales de la germination. Les albumens amylacés (Blé) ou cornés (Dattier) sont donc totalement digérés par l'embryon dont ils servent à alimenter le développement.

Comme l'ergot, l'albumen du Ricin est un tissu cellulaire; comme lui, il contient une association de principes azotés et ternaires; tous deux germent librement en donnant, entre autres produits, de l'amidon transitoire, qui est résorbé vers la fin de la germination; tous deux, enfin, peuvent grandir pendant quelque temps, grâce à leurs réserves, l'ergot développant un réceptacle muni de périthèces, l'albumen du Ricin doublant ou triplant sa surface; dans le *Cycas Thouarsii* l'albumen est susceptible, non seulement de s'élargir, mais de s'enraciner pendant sa germination (2).

Mais il est un côté par lequel l'analogie cesse de se poursuivre entre les sclérotes d'une part, les embryons ou les albumens oléagineux d'autre part. En effet, tandis que les plantules forment de bonne heure dans leur tige et même dans leur racine des grains de chlorophylle, en utilisant à cet effet l'amidon transitoire de germination et les principes azotés, le pseudoparenchyme de l'ergot, de même que celui du Coprin, demeurent incolores et ne forment de pigment vert à aucune phase de leur développement. Il est vrai que les albumens oléagineux, seuls doués d'une vie propre, ne produisent pas non plus de chlorophylle lorsqu'ils germent en conservant avec l'embryon de la graine leurs rapports normaux; mais quelques-uns en élaborent, pendant leur germi-

(1) Van Tieghem, *Sur la digestion de l'albumen* (*Ann. des sc. nat.*, 1876).

(2) Duchartre, *Sur l'enracinement de l'albumen d'un Cycas* (*Bull. de la Soc. bot.*, 3, 1888).

nation libre, alors qu'ils disposent de tous les produits de digestion de leurs réserves.

C'est ainsi que nous avons observé plusieurs fois le verdissement de l'albumen du Pin pignon, au bout de dix ou quinze jours de vie indépendante, et ici, comme dans tous les cas précédents, les grains de chlorophylle se constituent autour et aux dépens des grains d'amidon transitoire, élaborés par l'albumen.

L'albumen du Ricin, au contraire, ne forme pas normalement de chlorophylle; mais il y a tout lieu de croire qu'en modifiant convenablement les conditions de la germination, il se comporterait comme celui du Pin, dont il se rapproche par tous les autres caractères.

L'ergot du Seigle et les autres sclérotes se comportent donc, pendant leur germination, comme l'albumen du Ricin et la plupart des autres albumens oléagineux; ils ne métamorphosent jamais leurs grains d'amidon transitoire en pigment vert, contrairement aux plantules, qui en produisent dès les premiers moments de leur développement; mais, de même que pour l'albumen du Ricin, il est naturel de penser qu'une étude plus approfondie de la germination permettrait de découvrir la cause de cette absence de chlorophylle, et peut-être d'en supprimer les effets. Ainsi disparaîtrait le seul caractère général qui distingue encore la classe des Champignons de l'ensemble des autres végétaux.

VI. — RÉSUMÉ.

Le travail que nous venons d'exposer peut se résumer de la manière suivante.

Les *spores* du *Claviceps purpurea* germent sur l'ovaire du Seigle et développent un thalle qui recouvre bientôt cet organe du feutrage de ses filaments.

Ceux-ci, pénétrant peu à peu dans l'épaisseur de l'ovaire, digèrent ses parois, s'en nourrissent, et remplissent bientôt sa cavité; l'ovule, s'il existe, subit le même sort. Des indices de cette digestion s'observent encore dans l'ergot qui approche de

sa maturité, sous la forme de *grains d'amidon simples, librement contenus dans les interstices des filaments mycéliens.*

Le thalle mou (*sphacélie*), maintenant substitué à l'ovaire, forme sur toute sa périphérie d'innombrables *conidies*, qui propagent la maladie sur le Seigle durant l'été.

Puis le Champignon resserre ses filaments et se métamorphose en *sclérote*, sauf toutefois dans sa partie supérieure, qui se dessèche lentement et subsiste à l'extrémité de l'ergot mûr, sous la forme d'un petit bonnet grisâtre et caduc.

L'ergot mûr ne contient plus trace de l'amidon ovarien : il consiste simplement en un pseudoparenchyme dont les cellules renferment comme réserve nutritive des granulations albuminoïdes et des gouttelettes grasses.

Pendant la germination, la digestion des réserves est accompagnée de la *formation d'amidon transitoire*, qui se présente généralement en petits grains composés, situés dans l'intérieur des cellules; mais il ne se produit jamais de chlorophylle aux dépens de ce principe ternaire, comme dans les plantules.

Au bout de deux mois environ apparaissent des réceptacles, sortes de têtes pédicellées, contenant des *périthèces.*

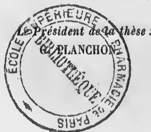
Les Champignons, pouvant former des grains d'amidon aux dépens de leurs réserves, ne se distinguent plus de l'ensemble des autres plantes que par le caractère de l'*absence de chlorophylle*, qui est pour eux une marque d'infériorité, puisqu'il les place sous la dépendance directe des plantes vertes, au point de vue de la nutrition.

Ce travail a été fait au laboratoire d'organographie et physiologie du Muséum d'histoire naturelle.

Vu et permis d'imprimer, Paris, le 27 janvier 1889.

Le Vice-Recteur de l'Académie de Paris :
GRÉARD.

Le Président de la thèse :
G. PLANCHON.



Le Directeur de l'École :
G. PLANCHON.

18222. — Imprimeries réunies, A, rue Mignon, 2, Paris.

[illegible] [illegible] A. [illegible] M[illegible], 2, [illegible]